

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
27.12.90

⑤① Int. Cl.⁵: **F02B 33/42**

②① Anmeldenummer: **87108266.5**

②② Anmeldetag: **08.06.87**

⑤④ **Brennkraftmaschine mit Druckwellenlader und Lamda-Sonde.**

③⑩ Priorität: **08.07.86 CH 2749/86**

⑦③ Patentinhaber: **COMPREX AG, CH-5401 Baden(CH)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.01.88 Patentblatt 88/2

⑦② Erfinder: **Mayer, Andreas, Fohrhölzlistrasse 14b,
CH-5443 Niederrohrdorf(CH)**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.12.90 Patentblatt 90/52

⑦④ Vertreter: **Klein, Ernest et al, Asea Brown Boveri
TEI-Immaterialgüterrecht, CH-5401 Baden(CH)**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

⑥⑥ Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 152 870
DE-A- 2 354 313
DE-A- 3 526 532**

EP 0 252 316 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Verbesserung des Abgasverhaltens von Brennkraftmaschinen sieht man zunehmend den Einbau von Abgaspartikelfiltern vor. Vordringliche Aufgabe dieser Filter ist es, die für die Umwelt schädigenden Russpartikeln einzufangen. Neueste Vorschläge gehen dahin, die Filterungskanäle dieser Abgaspartikelfilter katalytisch zu beschichten, wodurch weitere Schadstoffe aus der Verbrennung neutralisiert werden können. Es ist offensichtlich, dass die eingefangenen Russpartikeln mit der Zeit unweigerlich den Filter verstopfen werden: Der Strömungswiderstand des Abgasstromes steigt dannzumal extrem an, was sich auf den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine negativ auswirkt. Massnahmen hiergegen verfolgen das Ziel, durch dauernde oder kurzzeitige Erhöhung der Filtertemperatur die Russbelegung durch Verbrennung zu beseitigen.

Damit aber diese Verbrennung auch stattfinden kann, muss sichergestellt werden, dass die Abgase während der Verbrennung der Russbelegung im Filter genügend Sauerstoff heranführen.

Grundsätzlich geht es also immer darum, einerseits zur Erhöhung der Abgastemperatur und somit der Filtertemperatur zwecks Regenerierung des Abgaspartikelfilters Abgas in die Verbrennungsluft des Motors rezirkulieren zu lassen, und andererseits die minimal erforderliche bzw. die optimal gewünschte Sauerstoffalimentation zu gewährleisten.

In der Druckschrift EP-A 0 152 870 wird zur Regelung des Sauerstoffgehaltes bei der Regenerierung des Abgaspartikelfilters, und infolgedessen zur Steuerung der Drosselklappe, in der Hochdruckabgasleitung, zwischen Motor und Abgaspartikelfilter als Sauerstoffsensor eine "Lambda-Sonde" eingebaut, deren Messsignal einem Regelsystem der Brennkraftmaschine zugeführt wird, das in geeigneter Weise auf die Ladeluftzufuhr und/oder die Treibstoffmenge einwirkt.

Eine zur Messung des Sauerstoffgehaltes im Abgas von Brennkraftmaschinen relativ zum Sauerstoffgehalt der Luft geeignete "Lambda-Sonde" mit einer ZrO₂-Keramik ist beispielsweise aus dem Artikel von Hans-Martin Wiedenmann et al., "Heated Zirconia Oxygen Sensor for Stoichiometric and Lean Air-Fuel Ratios", SAE-Paper 840141, SAE-Congress, Detroit, Febr.-März 1984, bekannt geworden.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass der Sauerstoff-Partialdruck im Abgas sich jedoch mit dem Abgasdruck ändert. Nun ist der Druck des Abgases im Abgassystem einer Brennkraftmaschine keineswegs konstant, sondern hängt stark vom Grad der Verstopfung des Abgaspartikelfilters und der Motordrehzahl ab. Bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen sind die Druckschwankungen im Abgassystem noch viel grösser, da sich zu den genannten Einflüssen Motordrehzahl und Verstopfungsgrad des Abgaspartikelfilters noch der jeweilige Aufladegrad addiert.

Bezüglich einer Schaltung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine bedeutet dies, dass wenn die Lambda-Sonde im Hochdruck-Abgasstrom eingebaut ist, der dort herrschende Druck sich als unzulässige Störgrösse erweist, weil das Ausgangssignal der Lambda-Sonde druckabhängig ist: Insgesamt kann der Druck des Abgases im Abgassystem um ein Mehrfaches des Luftdruckes schwanken. Es versteht sich von selbst, dass unter solchen Bedingungen die Messung des prozentualen Sauerstoffgehaltes im Abgas mittels der bekannten, direkt in eine Wand des Abgassystems eingeschraubten Lambda-Sonde keine brauchbaren Ergebnisse liefert. Will man hiergegen Abhilfe schaffen, so erfordert dies eine Druckkorrektur oder den Einbau der Lambda-Sonde in einem Bypass-Teilstrom des Abgassystems, die letztgenannte Abhilfe vorzugsweise vor dem Abgaspartikelfilter, wenn die Schaltung mit einem solchen versehen ist.

Indessen, die Druckkorrektur, welche den Einfluss des Abgasdruckes auf das Messsignal der Lambda-Sonde eliminieren könnte, setzt die Verwendung eines Drucksensors und einer elektronischen Rechneinheit voraus. Dies ist jedoch eine aufwendige Lösung, da der Drucksensor im Abgassystem extrem korrosionsbeständig sein muss.

Auch die andere Vorkehrung, nämlich der Einbau der Lambda-Sonde in einem Bypass-Teilstrom im Abgassystem, erweist sich als aufwendige Lösung, sei es im schaltungsgerechten Einbau der Hilfsmassnahme als auch bezüglich der eingesetzten Mittel.

Die Erfindung, wie sie im Anspruch 1 gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, den direkten Einbau der Lambda-Sonde an einem Ort der Schaltung vorzusehen, wo der zu messende Sauerstoffgehalt unmittelbar informationsecht vorliegt.

Die Vorteile der erfindungsgemässen Platzierung der Lambda-Sonde sind im wesentlichen darin zu sehen, dass im Vollstrom der Niederdruckabgase eine schnellere Ansprechzeit der Lambda-Sonde erreicht wird, weil dort mehr Menge als in einem Bypass-Teilstrom strömt. Auch kann bei Messungen im Vollstrom der Niederdruckabgase auf eine Druckkorrektur verzichtet werden, weil dort keine Druckschwankungen vorhanden sind.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen.

Es zeigen:

Fig. 1 die Schaltung einer mit einem Druckwellenlader aufgeladenen Brennkraftmaschine mit eingebauter Lambda-Sonde,

Fig. 2 die Anordnung der Lambda-Sonde im Druckwellenlader.

Die in Figur 1 gezeigte Schaltung besteht aus einem Motor 1, einem Druckwellenlader 2, einem Abgaspartikelfilter 3. In der Luftansaugleitung 111 zum Druckwellenlader ist eine Drosselklappe 4 platziert, welche von einem Stellmotor 5 verstellt wird. In der Leitung für die Ladeluftzufuhr 222 zum Motor 1 ist ein Startventil bzw. eine Ladeluftklappenautomatik 6 platziert. Der Abgaspartikelfilter 3 ist in der Hoch-

druckabgasleitung 333 eingebaut, also zwischen Motor 1 und Druckwellenlader 2. In der Niederdruckabgasleitung 444 wirkt eine Lambda-Sonde 7, deren Anordnung getrennt von einem möglichen Spülstrom, vorzugsweise im Öffnungsbereich des Niederdruckgas-Abströmkanals 26 (Fig. 2) vorgesehen ist. Die Lambda-Sonde 7 ermittelt den Sauerstoffgehalt im Abgas, nachdem dieses im Druckwellenlader 2 Aufladungsarbeit verrichtet hat. Die Messung des Sauerstoffgehaltes geschieht daher unter gleichbleibenden Druckverhältnissen. Im Falle einer mit einem Druckwellenlader 2 aufgeladenen Brennkraftmaschine würde der Fachmann die Sauerstoffkonzentration nicht im Niederdruckabgas 444 messen, weil dieses mit Spülluft vermischt ist und das gemessene λ deshalb nicht mit der wirklichen Luftüberschusszahl im Hochdruckabgas 333 übereinstimmt. Die Lambda-Sonde 7 im Vollstrom des Niederdruckabgases 444 funktioniert demnach nur dann richtig, wenn der Spülgrad des Druckwellenladers 2 $\eta_{sp} \leq 0$ bzw., wenn die Abgasrezirkulation $Rz > 0$ ist. Nun ist im normalen Betriebsbereich eines Druckwellenladers 2, trotz der Spülfunktion in der Niederdruckzone, der Einbau der Lambda-Sonde 7 im Vollstrom des Niederdruckabgases 444 möglich, denn im Regelbereich der Drosselklappe 4 ist η_{sp} immer kleiner als Null, bzw. die Rezirkulation immer grösser als Null. Die verblüffende Möglichkeit, in einer Schaltung einer mit einem Druckwellenlader 2 aufgeladenen Brennkraftmaschine die Lambda-Sonde 7 im Vollstrom des Niederdruckabgases 444 plazieren zu können, setzt demgemäss also voraus, dass das Abgas nicht mit zusätzlicher Spülluft vermischt wird, d.h., dass die Sauerstoffkonzentration des Motorabgases nicht verfälscht wird. Dies ist wie gesagt, innerhalb des Regelbereichs der Drosselklappe 4, stets der Fall. Der von der Lambda-Sonde 7 im Vollstrom des Niederdruckabgases 444 gemessene Sauerstoffgehalt, welcher beispielsweise anhand der Diffusion des Sauerstoffes durch einen Festkörperelektrolyten zustande kommt, schafft ein Messsignal 9 für die Rechneinheit 8: Die entsprechenden Regelinformationen wirken dann auf die Drosselklappe 4 und/oder das Startventil 6. Weist eine Schaltung keine Filterung der Abgase auf, so wird die Lambda-Sonde 7 zur Verminderung der NO_x -Werte herangezogen. Durch die Verwendung eines schlecht wärmeleitenden Materials bei der Verbindung der Lambda-Sonde 7 mit dem Abgassystem lässt sich mit besonderem Vorteil zusätzlich noch der Einfluss der Temperaturschwankungen des Abgases auf das Messsignal 9 der Lambda-Sonde 7 reduzieren.

Dies ist vor allem bei Brennkraftmaschinen, die mit einem hohen Sauerstoffgehalt im Abgas gefahren werden, insbesondere bei Dieselmotoren, von ganz erheblicher Bedeutung.

In Fig. 2 ist eine vorteilhafte Einbauvariante innerhalb der gasdynamischen Druckwellenmaschinen gezeigt.

Der grundsätzliche Aufbau einer solchen Druckwellenmaschine und deren genaue Struktur kann der Druckschrift CH-T 123 143 der Anmelderin oder der CH-PS 378 595 entnommen werden. In der Fi-

gur 2 ist sie als Abwicklung eines Zylinderschnittes in halber Höhe der Zellen durch den Rotor und durch die daran anschliessenden Partien der Seitenteile des Gehäuses gezeigt. Der Einfachheit halber ist sie als Einzyklus-Maschine dargestellt, was sich dadurch ausdrückt, dass das Gasgehäuse 22 und das Luftgehäuse 23 an ihren dem Rotor 21 zugekehrten Seiten mit nur je einer Hochdruck- und einer Niederdrucköffnung versehen sind. Um die Funktion des Systems übersichtlicher zu erläutern, sind die Strömungsrichtungen der Arbeitsmedien und die Drehrichtung der Druckwellenmaschine mit Pfeilen bezeichnet.

Die heissen Abgase des hier nicht gezeigten Verbrennungsmotors treten durch den Hochdruckgas-Zuströmkanal 24 in den mit axialgeraden, beidseitig offenen Zellen 25 versehenen Rotor 21 ein, expandieren darin und verlassen ihn über den Niederdruckgas-Abströmkanal 26 in den nicht gezeigten Auspuff. Auf der Luftseite wird atmosphärische Frischluft angesaugt, strömt über den Niederdruckluft-Eintrittskanal 27 axial in den Rotor 21 ein, wird darin verdichtet und verlässt ihn als Ladeluft über den Hochdruckluft-Austrittskanal 28 über einen nicht gezeigten Ladeluftkühler zum Motor hin.

Zum Verständnis des eigentlichen, äusserst komplexen gasdynamischen Druckwellenprozesses, welcher nicht Erfindungsgegenstand ist, wird auf die schon genannte Druckschrift CH-T 123 143 verwiesen. Der für das Verständnis der Erfindung notwendige Prozessablauf wird nachstehend kurz erläutert: Das aus den Zellen 25 bestehende Zellenband ist die Abwicklung eines Zylinderschnittes des Rotors 21, welche sich bei Drehung des letzteren in Pfeilrichtung nach rechts bewegt. Die Druckwellenvorgänge laufen im Innern des Rotors 21 ab und bewirken im wesentlichen, dass sich ein gasgefüllter Raum und ein luftgefüllter Raum bilden. Im ersteren entspannt sich das Abgas und entweicht dann in den Niederdruckgas-Abströmkanal 26, während im zweiten ein Teil der angesaugten Frischluft verdichtet und in den Hochdruckluft-Austrittskanal 28 ausgeschoben wird. Der verbleibende Frischluftanteil wird durch den Rotor in den Niederdruckgas-Abströmkanal 26 überspült und bewirkt damit den vollständigen Austritt der Abgase. Diese Spülung ist für den Prozessablauf wesentlich und muss unter allen Umständen aufrechterhalten bleiben. Es soll auf jeden Fall vermieden werden, dass Abgas im Rotor 21 verbleibt und bei einem nachfolgenden Zyklus mit der Ladeluft dem Motor zugeführt wird.

Je nach Maschinenauslegung und Betriebsbedingungen findet ein Rezirkulieren einer bestimmten Abgasmenge statt; aus Umweltschutzgründen ist dies sogar erwünscht. Dies wird dadurch erreicht, dass ein gewisser Gasanteil auf die Luftseite hinübertritt und im Bereich der Schliesskante 29 in den Hochdruck-Austrittskanal 28 überspült wird. Dieser Sachverhalt ist in der Prinzipskizze durch die Trennfront 30 zwischen Luft und Gas dargestellt. Diese Trennfront ist nicht eine scharfe Begrenzung, sondern vielmehr eine relativ breite Mischzone. Die solchermassen mit Abgas belastete Ladeluft bewirkt erwünschte Erhöhung der Abgastemperatur.

Wie bereits anlässlich der Beschreibung der Fig. 1 erwähnt, verfälscht der Anteil Spülluft je nach Lage der Lambda-Sonde die Messung insofern, als ein gegenüber dem Echt- λ grösserer Wert gemessen würde. Dies wäre dann z.B. der Fall, wenn sich die Sonde im Bereich der Schliesskante 31 des Niederdruckgas-Abströmkanals 26 befinden würde. Mit Vorteil wird deshalb die Lambda-Sonde 7 im Bereich der Öffnungskante 32 des Niederdruckgas-Abströmkanals 26 angeordnet, dort also, wo bei allen Bedingungen eine reine Abgasströmung vorherrscht.

BEZEICHNUNGSLISTE

- 1 Motor
- 2 Druckwellenlader
- 3 Abgaspartikelfilter
- 4 Drosselklappe
- 5 Stellmotor
- 6 Startventil
- 7 Lambda-Sonde
- 8 Rechneinheit
- 9 Messsignal
- 21 Rotor
- 22 Gasgehäuse
- 23 Luftgehäuse
- 24 Hochdruckgas-Zuströmkanal
- 25 Zelle
- 26 Niederdruckgas-Abströmkanal
- 27 Niederdruckluft-Eintrittskanal
- 28 Hochdruckluft-Austrittskanal
- 29 Schliesskante von 28
- 30 Trennfront
- 31 Schliesskante von 26
- 32 Öffnungskante von 26
- 111 Luftansaugleitung
- 222 Ladeluftzufuhr
- 333 Hochdruckabgasleitung
- 444 Niederdruckabgasleitung

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, im wesentlichen bestehend aus einem Motor (1), einem Druckwellenlader (2), der mit dem Motor über eine Ladeluftzufuhrleitung (222) sowie eine Hochdruckabgasleitung (333) und mit der Atmosphäre über eine Luftansaugleitung (111) sowie eine Niederdruckabgasleitung (444) verbunden ist, einer in der Luftansaugleitung angeordneten Drosselklappe (4), einem in der Ladeluftzufuhrleitung angeordneten Startventil (6), einem Abgaspartikelfilter (3) und einer Lambdasonde (7), deren Signal einer Recheneinheit (8) zur Steuerung der Drosselklappe und/oder des Startventils zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Lambdasonde (7) in der Niederdruckabgasleitung (444) angeordnet ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lambdasonde (7) im Vollstrom der durch die Niederdruckabgasleitung (444) strömenden Abgase misst.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lambdasonde (7) im

Öffnungsbereich des Niederdruckgas-Abströmkanal (26) angeordnet ist.

Claims

1. Internal combustion engine, essentially comprising an engine (1), a pressure-wave supercharger (2), which is connected to the engine via a charge air supply line (222) as well as a high-pressure exhaust gas line (333) and to the atmosphere via an air intake line (111) as well as a low-pressure exhaust gas line (444), a throttle valve (4), arranged in the air intake line, a starting valve (6), arranged in the charge air supply line, an exhaust gas particle filter (3) and a lambda probe (7), the signal of which is fed to a computer unit (8) for controlling the throttle valve and/or the starting valve, characterized in that the lambda probe (7) is arranged in the low-pressure exhaust gas line (444).

2. Internal combustion engine according to Claim 1, characterized in that the lambda probe (7) measures the exhaust gases flowing through the low-pressure exhaust gas line (444) in the full stream.

3. Internal combustion engine according to Claim 2, characterized in that the lambda probe (7) is arranged in the opening region of the low-pressure gas outflow duct (26).

Revendications

1. Moteur à combustion interne, se composant essentiellement d'un moteur (1), d'un chargeur à ondes de pression (2), qui est raccordé au moteur par une conduite d'admission d'air de suralimentation (222) et une conduite des gaz d'échappement à haute pression (333) et à l'atmosphère par une conduite d'aspiration d'air (111) et une conduite des gaz d'échappement à basse pression (444), d'une vanne papillon (4) placée dans la conduite d'aspiration d'air, d'une soupape de démarrage (6) placée dans la conduite d'admission d'air de suralimentation, d'un filtre (3) pour les particules des gaz d'échappement et d'une sonde lambda (7), dont le signal est transmis à une unité de calcul (8) pour la commande de la vanne papillon et/ou de la soupape de démarrage, caractérisé en ce que la sonde lambda est montée dans la conduite des gaz d'échappement à basse pression (444).

2. Moteur à combustion interne suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la sonde lambda (7) effectue la mesure dans le courant total des gaz d'échappement circulant dans la conduite des gaz d'échappement à basse pression (444).

3. Moteur à combustion interne suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la sonde lambda (7) est disposée dans la région d'ouverture du canal d'évacuation des gaz à basse pression (26).

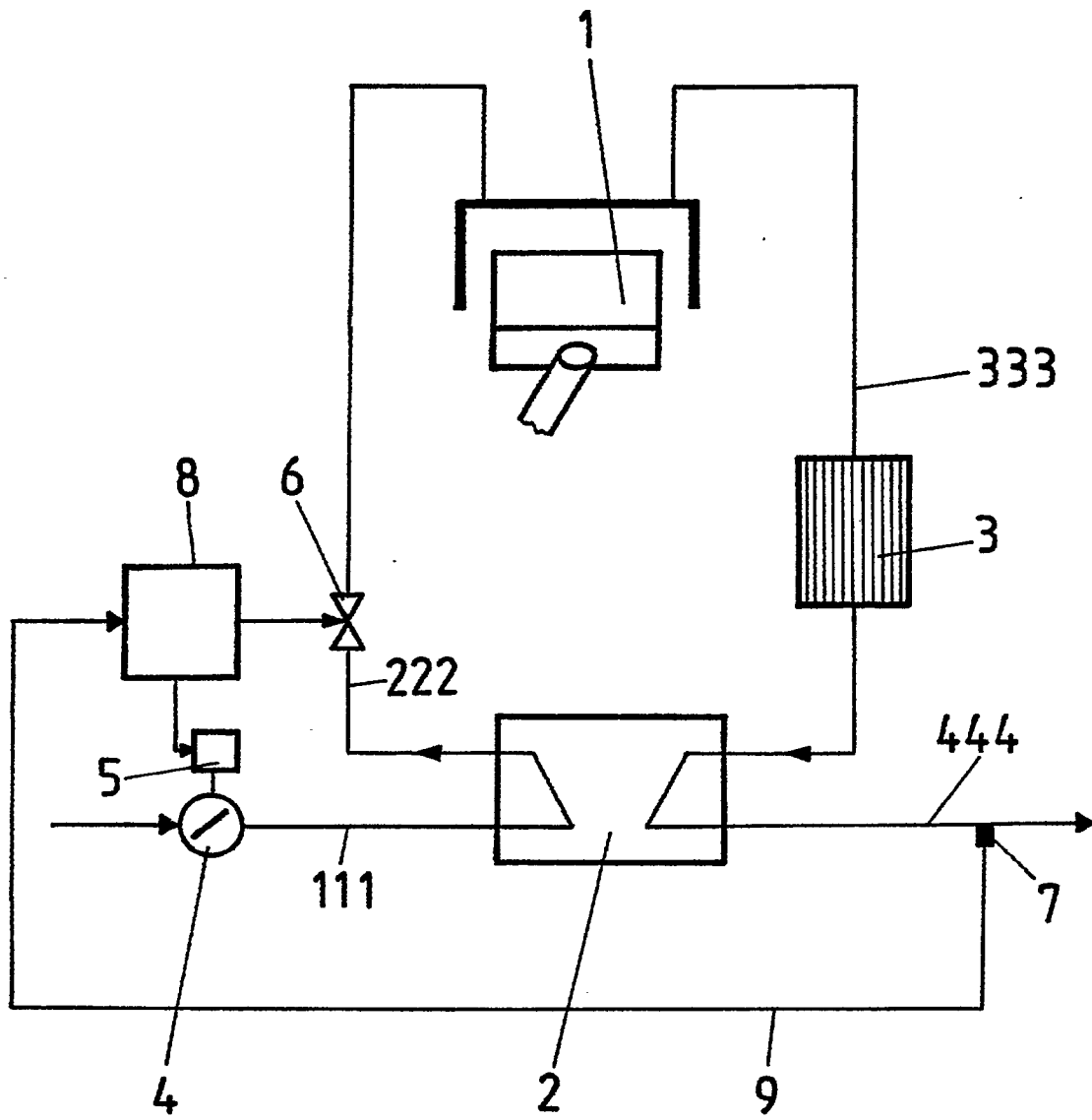


Fig. 1

Fig. 2

